



HIỆU QUẢ CỦA PHÂN HỮU CƠ VÀ VÔI TRONG CẢI THIỆN NĂNG SUẤT LÚA VÀ ĐẶC TÍNH BẤT LỢI CỦA ĐẤT NHIỄM MẶN TRONG ĐIỀU KIỆN NHÀ LƯỚI

Tất Anh Thư¹, Lê Văn Dũng¹, Võ Thị Guơng², Nguyễn Thị Bích Thủy³, Trang Nàng Linh Chi¹ và Đào Lê Kiều Duyên¹

¹Khoa Nông nghiệp và Sinh học Ứng dụng, Trường Đại học Cần Thơ

²Trường Đại học Tây Đô

³Xã Mong Thọ, Châu Thành, Kiên Giang

Thông tin chung:

Ngày nhận: 05/08/2016

Ngày chấp nhận: 27/10/2016

Title:

Effects of compost amendment and lime on the improvement of rice yield and adverse properties of saline soil in greenhouse conditions

Từ khóa:

Năng suất lúa, phân hữu cơ, vôi, đất nhiễm mặn

Keywords:

Rice yield, organic compost, lime, saline soil

ABSTRACT

Saline soils need to be reclaimed to maintain fertility levels for sustaining food production as they are of soil chemical constraints, leading to rice yields reduction. The experiment was established in a greenhouse to evaluate the effect of compost amendment and lime on improving some selected soil properties and rice yield in saline soils. Soil samples were collected from the fields under a shrimp-rice farming system at An Biên district, Kien Giang province. The results showed that application of inorganic fertilizer (60-20-20), 5 ton/ha of sugarcane filter cake compost or Bio-pro and 0.5 ton/ha lime resulted in an improvement of adverse properties of saline soil. The changes were found as reducing exchangeable Na^+ , Exchangeable Sodium Percentage (ESP), and ECe, increasing of soil available nitrogen and phosphorus. Consequently, the growth rate and rice yield were increased significantly.

TÓM TẮT

Đất mặn gây ảnh hưởng bất lợi đến tính chất hóa học đất và giảm năng suất lúa. Do đó, đất mặn hoặc đất bị nhiễm mặn cần được cải thiện nhằm duy trì độ phì nhiêu đất và năng suất cây trồng. Thí nghiệm được thực hiện trong điều kiện nhà lưới nhằm đánh giá hiệu quả của phân hữu cơ và vôi trong cải thiện đặc tính bất lợi của đất và tăng năng suất lúa trên đất nhiễm mặn. Đất trong thí nghiệm được thu từ mô hình canh tác lúa - tôm tại huyện An Biên, tỉnh Kiên Giang vào thời điểm cuối vụ lúa đầu vụ tôm. Thí nghiệm được bố trí theo thể thức hoàn toàn ngẫu nhiên với 6 nghiệm thức và 4 lần lặp lại, cấp độ mặn được điều chỉnh trong suốt quá trình phát triển của cây lúa là 6‰, 5‰, 4‰, 3‰ và 2‰ tương ứng với sự giảm độ mặn theo thời gian trong thực tế đồng ruộng. Kết quả thí nghiệm cho thấy, khi bón phân vô cơ với lượng 60 - 20 - 20 và 5 tấn phân hữu cơ (bã bùn mía hoặc Bio Pro) kết hợp 0,5 tấn vôi/ha đã giúp giảm nồng độ Na^+ trao đổi, giảm trị số ESP, giúp gia tăng pH và giảm ECe trong đất, cải thiện hàm lượng đạm hữu dụng, lân hữu dụng trong đất có ý nghĩa. Thông qua hiệu quả cải thiện một số đặc tính bất lợi của đất nhiễm mặn đã giúp cây lúa sinh trưởng tốt và tăng năng suất hạt có ý nghĩa.

Trích dẫn: Tất Anh Thư, Lê Văn Dũng, Võ Thị Guơng, Nguyễn Thị Bích Thủy, Trang Nàng Linh Chi và Đào Lê Kiều Duyên, 2016. Hiệu quả của phân hữu cơ và vôi trong cải thiện năng suất lúa và đặc tính bất lợi của đất nhiễm mặn trong điều kiện nhà lưới. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. Số chuyên đề: Nông nghiệp (Tập 4): 84-93.

1 MỞ ĐẦU

Trong bối cảnh biến đổi khí hậu (BĐKH) và nước biển dâng, việc thích nghi với xâm nhập mặn và khan hiếm nguồn nước ngọt đối với các vùng ven biển là vô cùng quan trọng (Dasgupta *et al.*, 2007). Huyện An Biên là một trong những huyện ven biển của tỉnh Kiên Giang đã chuyển phần lớn diện tích đất canh tác chuyên lúa sang mô hình tôm - lúa (1 vụ tôm, 1 vụ lúa). Đây là mô hình được đánh giá là bền vững đối với vùng ven biển (Võ Thị Hương, Lê Quang Trí, 2005). Tuy nhiên, đất bị xâm nhập mặn với độ mặn cao gây tác động bất lợi cho sự phát triển của lúa. Cụ thể, theo kết quả báo cáo của Phòng Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn huyện An Biên (2015), thiệt hại do hạn mặn đã bắt đầu từ trước vụ hè thu - thu đông 2015 kéo dài đến vụ mùa đông xuân 2015 - 2016. Trong đó, vụ hè thu có gần 5.700 ha lúa bị thiệt hại từ 30 - 70%, vụ lúa đông xuân có gần 2.800 ha bị thiệt hại do nhiễm mặn, trong đó gần 1.800 ha thu hoạch vụ mùa chỉ đạt khoảng 40% so với vụ đông xuân năm trước. Đặc biệt, do hạn mặn nghiêm trọng nên có khoảng 4.000 ha đất không thể gieo sạ được, nhiều hơn gấp 8 lần so với vụ mùa năm 2014. Theo El-Lakany *et al.* (1986) sức sản xuất của đất bị giảm dưới tác động của mặn là khoảng 30%. Các nghiên cứu của Munns (2002) và Hans Lambers *et al.* (2008) cho rằng, khi hàm lượng Na^+ cao dẫn đến sự mất cân bằng ion (chủ yếu là Ca^{2+}), Na^+ thay thế Ca^{2+} trên màng tế bào rễ làm giảm sự hấp thu Ca^{2+} , dẫn đến giảm nồng độ protein và K^+ trong màng tế bào. Theo Kaya *et al.* (2001), mô tế bào của các loại cây trồng sống trong môi trường mặn thường có biểu hiện tích lũy Na^+ và Cl^- hoặc giảm khả năng hấp thu các khoáng chất, đặc biệt là Ca^{2+} , K^+ , N, và P đưa đến giảm năng suất cây trồng. Phân hữu cơ (PHC) gián tiếp giúp gia tăng tính chống chịu mặn của cây trồng, tăng tính hòa tan của vôi khi được bón vào đất mặn giúp giảm nhẹ ảnh hưởng của độ mặn trong đất, cải thiện năng suất lúa và giảm tác hại của Na^+ (Aslam *et*

al., 2000). Vì vậy, nhằm giảm tác hại của mặn đến năng suất lúa, ngoài việc chọn lựa các giống lúa có khả năng chịu mặn, có năng suất cao để gieo trồng, cần có biện pháp kỹ thuật canh tác phù hợp giúp cải thiện được tác động bất lợi của môi trường đất mặn và gia tăng năng suất lúa. Thí nghiệm được thực hiện trong điều kiện nhà lưới nhằm đánh giá hiệu quả của PHC và vôi trong cải thiện đặc tính bất lợi của đất, giúp cải thiện năng suất lúa trên đất nhiễm mặn.

2 PHƯƠNG TIỆN VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Phương tiện

- Thí nghiệm được thực hiện từ 6/2014 đến tháng 5/2015 tại khu nhà lưới Bộ môn Khoa học Đất, Khoa Nông nghiệp và Sinh học Ứng dụng, Trường Đại học Cần Thơ.

- Giống lúa thí nghiệm là giống OM10252 - một trong những giống lúa được đánh giá có khả năng thích ứng tốt đối với các vùng đất mặn và đang được khuyến cáo sử dụng do tỷ lệ bụng bụng thấp, dài hạt >7 mm, thon, đạt tiêu chuẩn xuất khẩu, amylose 20 - 21%. Theo công bố của Viện lúa Đồng bằng sông Cửu Long, OM10252 là giống lúa được chọn lọc từ tổ hợp lai OM6161 và OM6162 có thời gian sinh trưởng 90 - 95 ngày, chịu mặn 4 - 6‰, chịu phèn khá.

- Mẫu đất trong thí nghiệm được thu vào đầu vụ tôm từ mô hình canh tác tôm - lúa trên đất phù sa nhiễm mặn tại xã Nam Thái, huyện An Biên, tỉnh Kiên Giang thuộc nhóm đất phù sa nhiễm mặn nhẹ có tầng gleyic tên phân loại đất là Gleyic hypo salic-Fluvisols theo FAO (2006). Kết quả phân tích một số đặc tính đất trước khi bố trí thí nghiệm được trình bày ở Bảng 1. Mẫu đất thí nghiệm được thu vào giai đoạn lúa đã thu hoạch, nông dân chờ nước đủ mặn để bắt đầu vụ nuôi tôm. Đất có độ mặn ECe cao, phần trăm Na bão hòa trong đất ESP là 14,6%, gần đến ngưỡng đất bị sodic hoá. Nông dân cho biết năng suất lúa thu được rất thấp.

Bảng 1: Một số đặc tính hóa học đất thí nghiệm từ mô hình canh tác lúa - tôm tại huyện An Biên tỉnh Kiên Giang

Chỉ tiêu phân tích	Đơn vị	Kết quả	Đánh giá
pH _{H2O} (1:2,5)	-	6,18	Hơi trung tính (Batjes, 1995).
EC _e	mS/cm	7,19	Chỉ một số loại cây trồng chịu mặn phát triển được (Lamond và Whitney, 1992)
CEC	cmol/kg	19,57	Trung bình (Landon, 1991)
Na ⁺ trao đổi	cmol/kg	2,86	Cao, đất dễ bị phân tán (Lamond và Whitney, 1992)
Đạm (NH ₄ ⁺ +NO ₃ ⁻)	mg/kg	57,35	Trung bình
P hữu dụng	mgP/kg	17,01	Thấp (Landon, 1991)

2.2 Phương pháp nghiên cứu

- **Thu mẫu đất và chuẩn bị đất bố trí thí nghiệm:** Đất được thu ở độ sâu 0 - 20 cm ở 5 vị trí

theo đường chéo. Mẫu đất được mang về phòng thí nghiệm để khô tự nhiên, băm nhỏ với kích thước khoảng 2 cm, trộn đều cho vào chậu sứ có đường

kính 30 cm, chiều cao 30 cm, với khối lượng 10 kg/chậu.

– **Mặn hóa môi trường đất thí nghiệm và quản lý độ mặn:** Trên thực tế đồng ruộng, độ mặn của nước sông, kênh rạch đưa vào ruộng lúa giảm theo thời gian, cao vào mùa nắng ($\geq 6\%$) và giảm vào cuối mùa mưa (độ mặn giảm thấp hơn 3%). Vì vậy, độ mặn trong thí nghiệm cũng giảm theo thời gian sinh trưởng của lúa, như thực tế đồng ruộng. Năm cấp độ mặn được điều chỉnh trong suốt quá trình phát triển của cây lúa là 6%, 5%, 4%, 3% và 2 %, tương ứng với các giai đoạn phát triển khác nhau của cây lúa (giai đoạn mạ, giai đoạn đâm chồi đẻ nhánh, giai đoạn phân hóa đồng và giai đoạn trổ). Đất được ngâm trong nước có độ mặn 6%, sau 2 tuần tháo nước ra tiến hành bón lót toàn bộ vôi, PHC, lân. Cây lúa 12 ngày tuổi được cấy vào mỗi chậu ở thời điểm 10 ngày sau khi bón lót, mỗi chậu cấy 7 - 10 cây. Lúa sau khi cấy (SKC) được 10 ngày tiến hành tía thưa mỗi chậu chỉ để 3

cây/chậu và giảm độ mặn trong chậu còn 5%, giữ chiều cao mực nước so với mặt đất trong chậu là 3 cm. Đến 25 ngày, nước có độ mặn 5% được thay bằng nước có độ mặn 4% vào mỗi chậu. Vào thời điểm 35 ngày SKC, độ mặn giảm còn 3% và 45 ngày SKC độ mặn trong các chậu lúa giảm còn 2%. Độ mặn 2% được duy trì suốt cho đến lúc thu hoạch lúa. Nước mặn trong thí nghiệm được pha từ muối NaCl tinh khiết. Độ mặn NaCl 6‰ được pha từ 6g NaCl/1 lít nước khử khoáng, tương tự cho các độ mặn khác. Sử dụng máy đo độ mặn để kiểm tra.

Bố trí thí nghiệm: Thí nghiệm được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên 6 nghiệm thức, 4 lần lặp lại (Bảng 2). Phân bón được bón vào các giai đoạn sau: Bón lót toàn bộ lượng vôi, lân. Bón thúc lần 1 (7 - 10 ngày SKC) bón 1/5 lượng N và 1/2 lượng kali. Thúc lần 2 (20 - 25 ngày SKC) bón 2/5 lượng N và thúc lần 3 (40 - 45 ngày SKC) bón toàn bộ lượng phân bón còn lại (2/5 N và 1/2 K₂O).

Bảng 2: Các nghiệm thức được bố trí trong thí nghiệm

STT	Nghiệm thức	Phân bón
1	Nghiệm thức 1	Phân bón vô cơ (60N – 20P ₂ O ₅ – 20K ₂ O)
2	Nghiệm thức 2	Phân vô cơ + 5 tấn/ha PHC bã bùn mía
3	Nghiệm thức 3	Phân vô cơ + 5 tấn/ha PHC Bio-Pro
4	Nghiệm thức 4	Phân vô cơ + 0,5 tấn/ha vôi
5	Nghiệm thức 5	Phân vô cơ + 5 tấn/ha PHC bã bùn mía + 0,5 tấn vôi
6	Nghiệm thức 6	Phân vô cơ + 5 tấn/ha PHC Bio-Pro + 0,5 tấn vôi

Lượng phân bón dùng trong thí nghiệm được tính được tính theo khối lượng đất có trong chậu (10 kg đất) với dung trọng của đất thí nghiệm là 1,2g/cm³. Lượng phân urea bón là 0,54 g; super lân là 0,52 g; KCl là 0,14 g; 2,08 g CaCO₃; 20,84 g PHC bã bùn và 20,84 g PHC Biopro.

PHC từ bã bùn mía ủ hoai và phân Bio-Pro được sử dụng trong thí nghiệm, với các thành phần hoá học được thông tin và trình bày ở Bảng 3 như sau:

Bảng 3: Thành phần dinh dưỡng có trong PHC Bio Pro và PHC bã bùn mía

STT	Thành phần dinh dưỡng	Đơn vị	Phân hữu cơ	
			Bio-Pro	Bã bùn mía
1	pH (1:2,5)	-	7,21	6,5-7,5
2	Chất hữu cơ (CHC)	%	30	30
3	Đạm (N)	%	2,0	2,5
4	Lân (P ₂ O ₅)	%	4,8	3,0
5	Kali (K ₂ O)	%	0,8	2,0
6	Can xi (CaO)	%	-	3,0
7	Magiê (MgO)	%	-	0,05
8	Cu, Zn, Bo, Mo	ppm	-	≥ 50
9	<i>Trichoderma sp.</i>	CFU/g	10 ⁶	10 ⁶
10	Âm độ	%	30	-

2.3 Phương pháp thu mẫu đất và mẫu cây

Mẫu đất: đất trong chậu được thu ở các giai đoạn trước bố trí thí nghiệm (đầu vụ), trước khi bón thúc lần 3 (35 - 40 ngày SKC: giữa vụ) và lúc gần thu hoạch (70 ngày SKC: cuối vụ) để phân tích các chỉ tiêu pH_{H2O}(1:2,5), EC trích bão hòa (ECE), N hữu dụng, P dễ tiêu, chất hữu cơ, CEC, Na trao đổi, Na hòa tan. Đất được thu bằng khoan tay loại nhỏ (chiều dài 30 cm và đường kính 1 cm), mỗi chậu lấy 6 mũi khoan và phân bố đều trên mặt đất trong chậu. Mẫu được thu theo từng chậu và được sắp xếp theo từng nghiệm thức.

Năng suất: ghi nhận số liệu nông học như số bông/chậu, số hạt chắc/bông, tỷ lệ hạt chắc, trọng lượng hạt trên mỗi chậu.

2.4 Các phương pháp phân tích

Mẫu đất: Đo pH bằng máy Thermo Orion 420A với tỷ lệ ly trích (đất:nước) là (1:2,5); ECe đo bằng máy đo EC ly trích theo phương pháp Rhoades và Miyamoto (1990). Hàm lượng N hữu dụng (NH₄⁺-N và NO₃⁻-N) được xác định bằng phương pháp Gianello và Bremner (1986). Lân hữu dụng được xác định bằng phương pháp Bray 2 sử dụng dung môi 0,03N NH₄F trong dung dịch 0,1N HCl. Trị số CEC và Na trao đổi được xác định

bằng dung dịch BaCl₂ 0,1M không đậm (Houba *et al.*, 1988). Phần trăm natri trao đổi (Exchangeable Sodium Percentage: ESP) được tính toán dựa trên cơ sở khả năng trao đổi cation của đất (CEC) và Natri trao đổi trong đất.

$$ESP (\%) = (Na^+/CEC) \times 100$$

Phương pháp theo dõi và tính toán các chỉ số nông học, năng suất lúa

Số bông/chậu: đếm tổng số bông của mỗi chậu vào thời điểm thu hoạch

Tổng số chồi/chậu: được ghi nhận ở các thời điểm 20, 40 và 65 NSKG. Đếm tất cả số chồi trên chậu.

Số hạt/bông: đếm tổng số hạt (chắc và lép) của từng chậu chia cho tổng số bông của chậu.

Tỷ lệ hạt chắc được tính toán bằng cách đếm toàn bộ số hạt chắc trên chậu chia cho tổng số hạt/chậu nhân 100.

Số hạt chắc/bông: Tổng số hạt chắc/chậu chia cho số bông/chậu

Năng suất thực tế (g/chậu):

$$NSTT (g/chậu)14\% = \frac{\text{Trọng lượng hạt chắc} \times (100 - h)}{86}$$

(Trong đó: h là ẩm độ lúa sau khi cân)

2.5 Xử lý số liệu

Phần mềm Microsoft Excel được sử dụng để tính toán giá trị trung bình và độ lệch chuẩn. Phần

Bảng 4: Ảnh hưởng của PHC và vôi đến sự thay đổi pH đất

Nghiệm thức	Giá trị pH _{H2O} (1:2,5)	
	Giữa vụ	Cuối vụ
1. Phân vô cơ (60N–20P ₂ O ₅ –20K ₂ O)	4,55d	4,60d
2. Phân vô cơ + 5 tấn PHC bã bùn mía	4,91bc	4,80bc
3. Phân vô cơ + 5 tấn PHC Bio Pro	4,80c	4,66cd
4. Phân vô cơ + 0,5 tấn CaCO ₃	4,89cb	4,89b
5. Phân vô cơ + 5 tấn PHC bã bùn mía + 0,5 tấn CaCO ₃	5,21a	5,15a
6. Phân vô cơ + 5 tấn PHC Bio Pro + 0,5 tấn CaCO ₃	5,02b	4,91ab
F	*	*
CV (%)	2,20	2,62

Ghi chú: giá trị trung bình trong cùng một cột có chữ theo sau giống nhau khác biệt không có ý nghĩa thống kê qua kiểm định Duncan

– **Độ dẫn điện trong đất (EC_e):** EC_e thường biểu hiện cho tổng lượng muối hòa tan trong đất. Kết quả trình bày ở Hình 1 cho thấy, dung dịch trích bão hoà có EC_e của đất cao (9,96 mS/cm) ở nghiệm thức 1, chỉ bón phân vô cơ. Khi chỉ bón PHC, EC_e của đất chỉ có khuynh hướng giảm. EC_e giảm có ý nghĩa khi kết hợp phân bón hữu cơ và vôi (8,18 mS/cm; nghiệm thức 5 và 6) ở giai đoạn giữa vụ. Tương tự, vào giai đoạn cuối vụ bón PHC và vôi giúp giảm EC_e còn 6,53 mS/cm. Như vậy

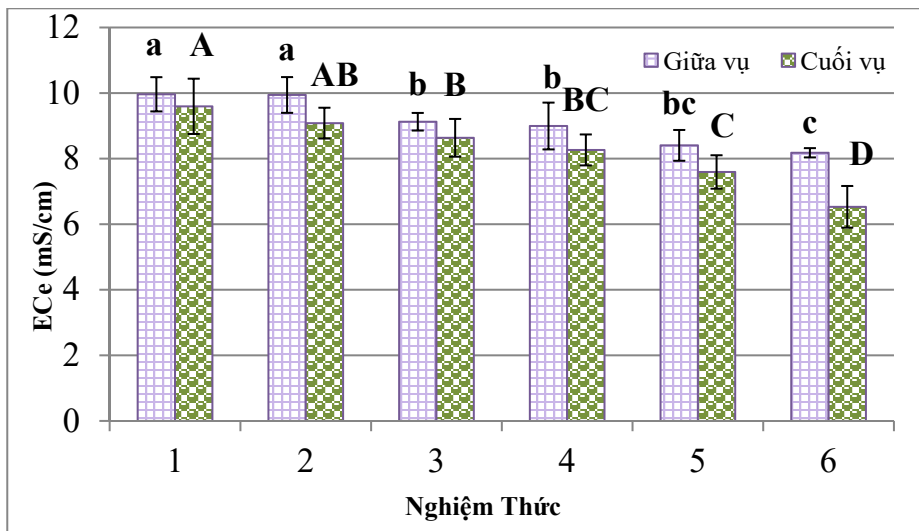
mềm Minitab được sử dụng để phân tích thống kê Anova, so sánh sự khác biệt trung bình các nghiệm thức bằng kiểm định Duncan với mức độ kiểm định 5%.

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Ảnh hưởng của PHC và vôi đến sự thay đổi một số đặc tính hóa học đất

– **pH_{H2O} đất:** kết quả trình bày ở Bảng 4 cho thấy, giá trị pH dao động trong khoảng từ 4,55 - 5,21 được đánh giá ở mức chua nhẹ theo thang đánh giá (Landon, 1991). Theo Nguyễn Ngọc Đệ (2009), khoảng pH này thích hợp cho sự sinh trưởng của cây lúa, cây lúa thích nghi tốt nhất là giá trị pH khoảng từ 5,5 đến 7,5. pH tăng ở các nghiệm thức bón vôi kết hợp PHC bã bùn mía và PHC Bio-Pro khác biệt ý nghĩa so với nghiệm thức đối chứng, cả ở thời điểm giữa vụ và cuối vụ. PHC có chứa Ca và Mg, khi bón vào đất góp phần giảm mặn trong đất và tăng độ hữu dụng một số dinh dưỡng trong đất (Fricke và Vogtmann, 1994). Theo Võ Thị Gương *et al.* (2008) trong PHC bã bùn mía có hàm lượng CaO cao, góp phần giúp tăng pH đất. Bên cạnh đó, vôi cung cấp thêm Ca²⁺ cao giúp tăng pH đất, đồng thời Ca²⁺ thay thế Na⁺ trao đổi trên phức hệ hấp thu, đưa Na⁺ đưa ra ngoài dung dịch đất, dễ dàng rửa trôi khỏi môi trường đất (Makoi và Verplancke, 2010). Do đó, việc bón PHC kết hợp với bón vôi sẽ giúp tăng pH đất hiệu quả nhất.

PHC và vôi thể hiện hiệu quả trong cải thiện độ mặn của đất, giúp giảm EC_e của đất. Tuy nhiên, ngưỡng EC_e này vẫn còn gây bất lợi cho sự phát triển của lúa. Theo Dahnke và Whitney (1988), đất có giá trị EC_e từ 4 mS/cm được xem là đất mặn. Theo Sathish *et al.*, (1997) ngưỡng chống chịu NaCl của cây lúa là EC_e = 4 mS/m. Lúa được đánh giá là loại cây trồng nhạy cảm với mặn (Shannon *et al.*, 1998). Theo Mass (1986) lúa giảm 50% năng suất khi EC_e là 3,6 mS/cm.



Hình 1: Ảnh hưởng của phân bón hữu cơ và vôi đến ECe trong đất

Ghi chú: *Nghiệm thức 1: Phân vô cơ (60N-20P₂O₅-20K₂O); Nghiệm thức 2: Phân vô cơ + 5 tấn PHC bã bùn mía; Nghiệm thức 3: Phân vô cơ + 5 tấn PHC Bio Pro; Nghiệm thức 4: Phân vô cơ + 0,5 tấn CaCO₃; Nghiệm thức 5: Phân vô cơ + 5 tấn PHC bã bùn mía + 0,5 tấn CaCO₃; Nghiệm thức 6: Phân vô cơ + 5 tấn PHC Bio Pro + 0,5 tấn CaCO₃. Thanh dọc trên biểu đồ hình cột biểu diễn giá trị độ lệch chuẩn của giá trị trung bình. Các giá trị trung bình trong cùng một cột theo sau bởi các chữ cái (a,b) giống nhau không khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%*

Natri trao đổi và sự sodic hóa trong đất:

Kết quả phân tích (Bảng 5) cho thấy, hàm lượng Na trao đổi ở các nghiệm thức dao động trong khoảng 0,45 - 1,90 cmol/kg đất. Hàm lượng Na⁺ trao đổi có khuynh hướng giảm dần ở giai đoạn từ giữa vụ đến cuối vụ canh tác lúa, giảm có ý nghĩa rõ nhất vào cuối vụ, khi có cung cấp thêm vôi, PHC (bã bùn mía và Bio-Pro) hoặc vôi kết hợp PHC. Ca²⁺ có trong vôi và PHC giúp tăng trao đổi với Na⁺ trên phức hệ hấp thu nên nồng độ Na⁺ trao đổi giảm thấp so với nghiệm thức không có bổ sung vôi hoặc PHC (Qadir và Oster, 2004; Tejada

et al., 2006; Shah Alam *et al.*, 2003; Makoi và Verplancke, 2010). Tương ứng, trị số ESP vào giữa vụ và cuối vụ cao nhất là 8,4% ở nghiệm thức chỉ bón phân vô cơ. Bón phân vô cơ kết hợp phân bón hữu cơ và vôi đã giúp giảm Na trao đổi trong đất và giảm ESP trong đất ở giai đoạn cuối vụ. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Lâm Văn Tân và *ctv.* (2014). Tuy có sự giảm ESP, đất trong thí nghiệm nhưng chưa bị sodic hóa theo thang đáng giá của Davis *et al.* (2014). Đất vôi trị số ESP < 15% là đất mặn chưa bị sodic hóa.

Bảng 5: Ảnh hưởng của PHC và vôi đến Na trao đổi và chỉ số ESP

Nghiệm thức	Na ⁺ (cmol/kg)		ESP (%)	
	Giữa vụ	Cuối vụ	Giữa vụ	Cuối vụ
Nghiệm thức 1	1,25a	1,48a	7,20a	8,41a
Nghiệm thức 2	1,19ab	1,21b	6,62b	6,79b
Nghiệm thức 3	1,21a	0,64d	6,83ab	3,77d
Nghiệm thức 4	0,77c	0,57d	6,12c	3,10e
Nghiệm thức 5	1,10b	1,05c	4,51d	5,87c
Nghiệm thức 6	1,27a	0,45e	7,13a	2,46f
F	*	*	*	*
CV (%)	6,43	8,67	4,11	2,94

Ghi chú: *Nghiệm thức 1: Phân vô cơ (60N-20P₂O₅-20K₂O); Nghiệm thức 2: Phân vô cơ + 5 tấn PHC bã bùn mía; Nghiệm thức 3: Phân vô cơ + 5 tấn PHC Bio Pro; Nghiệm thức 4: Phân vô cơ + 0,5 tấn CaCO₃; Nghiệm thức 5: Phân vô cơ + 5 tấn PHC bã bùn mía + 0,5 tấn CaCO₃; Nghiệm thức 6: Phân vô cơ + 5 tấn PHC Bio Pro + 0,5 tấn CaCO₃. Các giá trị trung bình trong cùng một cột theo sau bởi các chữ cái (a,b) giống nhau không khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%*

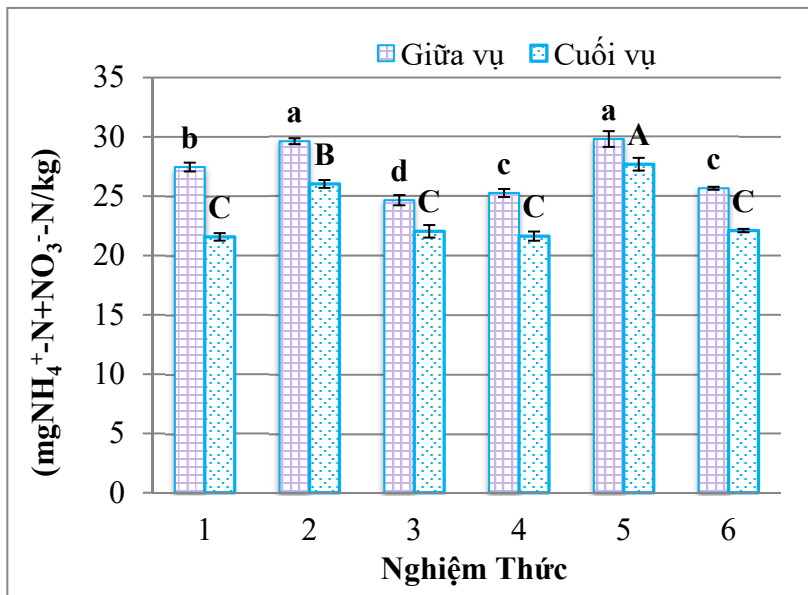
Hàm lượng đạm hữu dụng trong đất:

Kết quả trình bày ở Hình 2 cho thấy, hàm lượng đạm hữu dụng trong đất cao ở nghiệm thức bón 5 tấn

PHC bã bùn mía và 0,5 tấn CaCO₃, đạt 29,82 và 21,63 mg/kg vào hai thời điểm thu mẫu giữa vụ và cuối vụ, khác biệt có ý nghĩa so với nghiệm thức

đối chứng. Kết quả nghiên cứu cho thấy, PHC bã bùn mía kết hợp với vôi có khả năng cải thiện được hàm lượng đạm hữu dụng trong đất có ý nghĩa hơn so với phân bón vô cơ, PHC Bio-Pro chưa thể hiện hiệu quả này có thể do PHC bã bùn mía có hàm lượng đạm tổng số cao hơn. Bên cạnh đó, việc cung cấp thêm PHC đã giúp gia tăng hoạt động của nhóm vi khuẩn chịu mặn (Halophilic bacteria) giúp gia tăng tốc độ khoáng hóa đạm cung cấp nguồn dinh dưỡng hữu dụng cho đất. Kết quả nghiên cứu của Ragab (1993) cho thấy, tổng mật số vi khuẩn chịu mặn có tương quan thuận với tổng muối hoàn tan trong đất và với hàm lượng chất hữu cơ trong

đất ở tầng đất mặt. Theo Pankhurst *et al.* (2001), trên các loại đất nhiễm mặn mật số vi khuẩn trong đất thường nhiều hơn mật số nấm, đây là nhóm vi sinh vật tham gia chủ yếu vào các tiến trình khoáng hóa, phân hủy chất hữu cơ trong đất. Vì đạm hữu dụng được xem là một trong những chỉ tiêu quan trọng giúp đánh giá khả năng cung cấp đạm từ chất hữu cơ trong đất, là dưỡng chất giới hạn với năng suất lúa (Nambiar và Ghosh, 1984; De Datta *et al.*, 1988; Dobermann *et al.*, 1996), nên cung cấp PHC có lượng N cao, và đây là biện pháp góp phần tăng năng suất lúa trên đất nhiễm mặn.

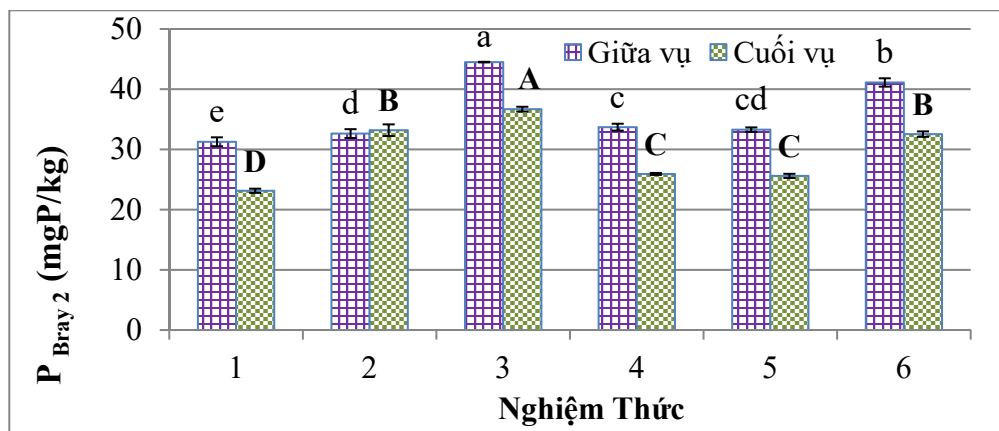


Hình 2: Ảnh hưởng của phân bón hữu cơ và vôi đến đạm hữu dụng trong đất

Ghi chú: *Nghiệm thức 1: Phân vô cơ (60N-20P₂O₅-20K₂O); Nghiệm thức 2: Phân vô cơ + 5 tấn PHC bã bùn mía; Nghiệm thức 3: Phân vô cơ + 5 tấn PHC Bio Pro; Nghiệm thức 4: Phân vô cơ + 0,5 tấn CaCO₃; Nghiệm thức 5: Phân vô cơ + 5 tấn PHC bã bùn mía + 0,5 tấn CaCO₃; Nghiệm thức 6: Phân vô cơ + 5 tấn PHC Bio Pro + 0,5 tấn CaCO₃. Thanh dọc trên biểu đồ hình cột biểu diễn giá trị độ lệch chuẩn của giá trị trung bình. Các giá trị trung bình trong cùng một cột theo sau bởi các chữ cái (a,b) giống nhau không khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%*

– **Hàm lượng lân hữu dụng trong đất:** Kết quả trình bày Hình 3 cho thấy, hàm lượng lân hữu dụng trong đất có khuynh hướng giảm theo thời gian, có sự khác biệt ý nghĩa thống kê về hàm lượng lân hữu dụng trong đất ở các nghiệm thức phân bón khác nhau tại cả hai điểm quan sát. Nghiệm thức bón phân vô cơ + 5 tấn PHC Bio Pro có hàm lượng lân hữu dụng đạt cao nhất là 44,98 và 36,68 mgP/kg (thời điểm giữa vụ và cuối vụ theo thứ tự), thấp nhất là 31,27 mgP/kg (giữa vụ) và 23,14 mgP/kg (cuối vụ) ở nghiệm thức 1. PHC Bio Pro cung cấp lân hữu dụng cao hơn PHC bã

bùn mía. Sự khác biệt này có thể do PHC Bio Pro có hàm lượng lân cao (4,8 % P₂O₅) hơn PHC bã bùn mía (3,0% P₂O₅). Nghiên cứu của Dương Minh Viễn và *ctv.* (2011) cho thấy, việc bón PHC giúp cải thiện lân hữu dụng trong đất, gia tăng khả năng hoạt động của vi sinh vật đất, giúp tăng sự phóng thích lân vào đất. Hàm lượng lân dễ tiêu trong đất < 3 ppm được đánh giá là rất thấp; 3 - 7 ppm là thấp; 7 - 20 ppm được xem là trung bình và > 20 ppm P được đánh giá là cao theo thang đánh giá Bray 1 (Page *et al.*, 1982).



Hình 3: Ảnh hưởng của phân bón hữu cơ và vôi đến lân hữu dụng trong đất

Ghi chú: *Nghiệm thức 1: Phân vô cơ (60N–20P₂O₅– 20K₂O); Nghiệm thức 2: Phân vô cơ + 5 tấn PHC bã bùn mía; Nghiệm thức 3: Phân vô cơ + 5 tấn PHC Bio Pro; Nghiệm thức 4: Phân vô cơ + 0,5 tấn CaCO₃; Nghiệm thức 5: Phân vô cơ + 5 tấn PHC bã bùn mía + 0,5 tấn CaCO₃; Nghiệm thức 6: Phân vô cơ + 5 tấn PHC Bio Pro + 0,5 tấn CaCO₃. Thanh dọc trên biểu đồ hình cột biểu diễn giá trị độ lệch chuẩn của giá trị trung bình. Các giá trị trung bình trong cùng một cột theo sau bởi các chữ cái (a,b) giống nhau không khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%*

3.2 Hiệu quả của PHC và vôi trong cải thiện sự phát triển của lúa

– **Tổng số chồi/chậu:** Kết quả trình bày (Bảng 6) cho thấy có sự khác biệt thống kê về tổng số chồi /chậu ở các nghiệm thức khác nhau tại 3 thời điểm khảo sát. Bón cả hai dạng PHC và vôi đều giúp phát triển số chồi/chậu, cao hơn có ý

nghĩa so với nghiệm thức đối chứng tại cả ba thời điểm (20, 40 và 65 ngày SKC). Nghiên cứu của Grattan *et al.* (2002) cho thấy mặn có ảnh hưởng lớn đến mật độ cây và chồi của cây lúa. Việc cung cấp phân bón hữu cơ và vôi giúp giảm độ mặn của đất giúp cây hấp thu dinh dưỡng tốt hơn, giúp gia tăng số chồi có ý nghĩa.

Bảng 6: Ảnh hưởng của PHC và vôi đến tổng số chồi/chậu của giống lúa OM10525

Nghiệm thức	Số chồi/chậu		
	20	40	65
1. Phân vô cơ (60N–20P ₂ O ₅ – 20K ₂ O)	9d	12d	7d
2. Phân vô cơ + 5 tấn PHC bã bùn mía	13ab	18ab	11bc
3. Phân vô cơ + 5 tấn PHC Bio Pro	10cd	12cd	9c
4. Phân vô cơ + 0,5 tấn CaCO ₃	11bc	15bc	10c
5. Phân vô cơ + 5 tấn PHC bã bùn mía + 0,5 tấnCaCO ₃	14a	19a	16a
6. Phân vô cơ + 5 tấn PHC Bio Pro + 0,5 tấn CaCO ₃	14a	15b	13b
F	*	*	*
CV (%)	8,36	9,36	9,73

Ghi chú: *Các giá trị trung bình trong cùng một cột theo sau bởi các chữ cái (a,b) giống nhau không khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5% qua kiểm định Duncan*

3.3 Hiệu quả của phân bón hữu cơ và vôi trên các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất lúa

Thành phần năng suất và năng suất lúa: Kết quả trình bày ở Bảng 7 cho thấy số bông/chậu, số hạt chắc/bông và tỷ lệ hạt chắc ở nghiệm thức bón PHC kết hợp với vôi cao và khác biệt ý nghĩa so với đối chứng. Kết quả có thể được giải thích do PHC (bã bùn mía hoặc Bio Pro) và vôi cải thiện một phần độ mặn của đất, cung cấp dinh dưỡng từ đất tốt hơn, cây lúa hấp thu tốt dinh dưỡng đạm, lân hiệu quả hơn đưa đến tăng sự phát triển và tăng thành phần năng suất. Kết quả nghiên cứu của

Singh *et al.* (1981); Qadir và Oster (2004) cho thấy, việc cung cấp PHC cho đất cũng giúp gia tăng hàm lượng Ca²⁺ hòa tan trong đất do các acid hữu cơ có trong PHC phản ứng với calcium carbonate của đất, phóng thích Ca vào trong môi trường đất, kết quả giúp giảm độ mặn của đất, gia tăng khả năng thích ứng của cây trồng với điều kiện mặn. Theo Makol và Verplancke (2010), vôi giúp cải thiện hàm lượng Na trao đổi trong đất do Ca²⁺ thay thế Na⁺ trao đổi trên phức hệ hấp thu, cung cấp Ca²⁺ giúp cân bằng nguồn dinh dưỡng trong đất, giảm nhẹ ảnh hưởng bất lợi của Na⁺ đối với cây trồng.

Bảng 7: Ảnh hưởng của PHC và vôi đến thành phần năng suất lúa OM10525

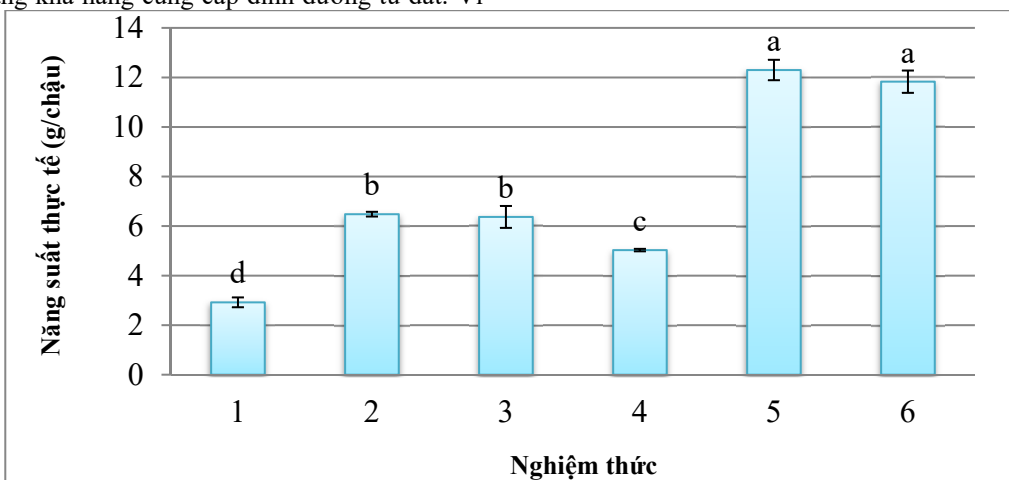
STT	Nghiệm thức	Thành phần năng suất lúa		
		Số bông/chậu	Hạt chắc/bông	% Hạt chắc
1	Nghiệm thức 1	6e	19c	57c
2	Nghiệm thức 2	13a	20c	64b
3	Nghiệm thức 3	8d	33b	70a
4	Nghiệm thức 4	9c	22c	54d
5	Nghiệm thức 5	13a	36b	70a
6	Nghiệm thức 6	11b	44a	67a
F		*	*	*
CV (%)		7,33	6,68	2,75

Ghi chú: *Nghiệm thức 1: Phân vô cơ (60N–20P₂O₅–20K₂O); Nghiệm thức 2: Phân vô cơ + 5 tấn PHC bã bùn mía; Nghiệm thức 3: Phân vô cơ + 5 tấn PHC Bio Pro; Nghiệm thức 4: Phân vô cơ + 0,5 tấn CaCO₃; Nghiệm thức 5: Phân vô cơ + 5 tấn PHC bã bùn mía + 0,5 tấn CaCO₃; Nghiệm thức 6): Phân vô cơ + 5 tấn PHC Bio Pro + 0,5 tấn CaCO₃. Trong cùng một cột các số có chữ theo sau giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê qua kiểm định Duncan; *: khác biệt thống kê ở mức ý nghĩa 5%*

Năng suất hạt giữa các nghiệm thức có khác biệt ở mức ý nghĩa thống kê 5% (Hình 4). Năng suất lúa biến động trong khoảng 2,92–12,30 g/chậu. Thấp nhất ở nghiệm thức đối chứng (chỉ sử dụng phân bón vô cơ), đạt cao nhất ở nghiệm thức bón PHC kết hợp với vôi. Điều này cho thấy, việc bón PHC kết hợp bón vôi trên nền phân vô cơ hợp lý giúp cải thiện năng suất lúa có ý nghĩa trên đất nhiễm mặn. Chỉ bón đơn thuần phân vô cơ, hoặc vôi hay PHC chưa giúp cải thiện được năng suất lúa trồng trong điều kiện mặn. Shah *et al.* (2003) và Chand *et al.* (2005) cho rằng, bón vôi tăng Ca²⁺ giúp giảm sự hấp thu thụ động của tế bào, cản trở sự xâm nhập của Na⁺ và Cl⁻ vào cây trồng. Bón PHC giúp sự rửa mặn được hiệu quả hơn, đồng thời tăng khả năng cung cấp dinh dưỡng từ đất. Vì

vậy, bón PHC kết hợp với vôi giúp cây hấp thu dinh dưỡng hiệu quả, tăng chất lượng đất và năng suất lúa trên vùng đất mặn. Kết quả nghiên này phù hợp với khuyến cáo của Yokoi *et al.* (2002); Ashraf và Foolad (2007) và Khattak *et al.* (2007) Mahmood Imdad Ali *et al.* (2013) trên các vùng đất mặn trong canh lúa ngoài việc chọn các giống có khả năng chịu mặn cần tăng cường bón thêm Ca²⁺ do Ca²⁺ có khả năng hạn chế sự xâm nhập của Na⁺ vào tế bào thực vật, nhất là vùng rễ (White, 1999; Kader và Lindberg, 2008; Hussain *et al.*, 2010).

Nhìn chung, việc bón PHC (bã bùn mía hoặc bio pro) và vôi giúp tăng pH đất, tăng N và P hữu dụng, giảm độ mặn, giảm Na trên phức hệ hấp thu, giúp tăng năng suất lúa.



Hình 4: Hiệu quả của phân bón hữu cơ và vôi đến năng suất lúa

Ghi chú: *Nghiệm thức 1: Phân vô cơ (60N–20P₂O₅–20K₂O); Nghiệm thức 2: Phân vô cơ + 5 tấn PHC bã bùn mía; Nghiệm thức 3: Phân vô cơ + 5 tấn PHC Bio Pro; Nghiệm thức 4: Phân vô cơ + 0,5 tấn CaCO₃; Nghiệm thức 5: Phân vô cơ + 5 tấn PHC bã bùn mía + 0,5 tấn CaCO₃; Nghiệm thức 6): Phân vô cơ + 5 tấn PHC Bio Pro + 0,5 tấn CaCO₃. Trong cùng một cột, các số có chữ theo sau giống nhau khác biệt không có ý nghĩa thống kê qua kiểm định Duncan. Thanh dọc trên biểu đồ hình cột biểu diễn giá trị độ lệch chuẩn của giá trị trung bình. Các giá trị trung bình trong cùng một cột theo sau bởi các chữ cái (a,b) giống nhau không khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 5%*

4 KẾT LUẬN

Bón phân vô cơ, PHC và vô tương đương ngoài đồng ruộng với lượng 60kgN – 20kgP₂O₅ – 20kgK₂O/ha và 5 tấn PHC (bã bùn mía hoặc Bio-Pro) kết hợp 0,5 tấn vôi/ha giúp giảm Na⁺ trao đổi, giảm trị số ESP, gia tăng pH và giảm ECe trong đất, cải thiện hàm lượng đạm hữu dụng, lân hữu dụng trong đất có ý nghĩa. PHC bã bùn mía thể hiện rõ hiệu quả cải thiện đặc tính bất lợi của đất mặn hơn phân Bio-Pro. Cả hai dạng PHC kết hợp bón vôi giúp cây lúa sinh trưởng tốt và tăng năng suất hạt có ý nghĩa.

Cần bố trí thí nghiệm trong điều kiện thực tế đồng ruộng để khẳng định kết quả nghiên cứu trên.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Ashraf M. and M. R. Foolad (2007). Role of glycine betaine and proline in improving plant a biotic stress resistance, *Environ. Exp. Bot.*, pp. 59.
- Aslam M., N. Muhammad, R. H. Qureshi, J. Ahmad (2000). Role of Ca²⁺ in salinity tolerance of rice, *Symp. On Integ. Plant Manage.* No. 8–10, Islamabad.
- Batjes, N.H (1995). A global data set of soil pH properties. Technical paper 27. International soil reference and information center (ISRIC), Wageningen.
- Bray, R.M. and L.T. Kutz, (1945) Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soils. *Soil Sci.* 59, 39–45.
- Chand, M.; N.S. Randhawa and M.K. Sinha (2005). Effect of gypsum, pressmud, fulvic acid and zinc sources on the yield and zinc uptake by rice crop in a saline-sodic soil. *J. Plant Soil*, 55: 17-24.
- Dahnke, W.C., and D.A. Whitney. (1988). Measurement of soil salinity. In *Recommended soil chemical test procedures for the North Central Region*. Pages 32-34. Revision of North Central Regional Research Publication 221. North Dakota Agricultural Experiment Station Bulletin 499. Fargo, ND.
- Dasgupta Susmita, Benoit Laplante, Craig Meisner, David Wheeler, and Jianping Yan (2007). The Impact of Sea Level Rise on Developing Countries: A Comparative Analysis. World Bank Policy Research, Working Paper 4136, February 2007.
- Davis J. G , R.M Waskom T.A Bauder (2014). Managing sodic soils, Colorado State University Extension Publication No.0504.
- De Datta S.K.; K.A. Gomez and J.P. Descalsota (1988). Changes in yield responses of major nutrients and soil fertility under intensive rice cropping. *Soil Science* 164: 350-358.
- Doberman A., K.G. Cassman, S. Peng, P.S. Tan, C.V. Phung, P.C. Sta Cruz, J.B. Bajita, M.A.A. Adviento and D.C. Olk. (1996). Precision nutrient management in intensive irrigated rice systems. In: *Proceedings the International Symposium on Maximizing Sustainable Rice Yields Through Improved Soil and Environmental Management*. 11-17 November 1996, Khon Kaen, Thailand. Bangkok: Department of Agriculture, Soil and Fertilizer Society of Thailand, Department of Land Development, ISSS. p 133-154.
- Dương Minh Viễn, Võ Thị Gương, Trần Kim Tính (2011). Ủ phân hữu cơ vi sinh và hiệu quả trong cải thiện năng suất cây trồng và chất lượng đất. Nhà xuất bản Nông nghiệp.
- El-Lakany, M.H.; M.N. Hassan, A. M. Ahmed, and M. Mounir (1986). Salt affected soils and marshes in Egypt; their possible use for forages and fuel production. *Reclamation and Revegetation Res.* 5, 49-58.
- FAO. (2006). *Guidelines for Soil Description*. 4th Edition. Rome.
- Fricke K. and H. Vogtmann (1994) Compost quality: physical characteristics, nutrient content, heavy metals and organic chemicals, *Toxicol. Environ. Chem.* 43 95–114.
- Grattan, S.R.; L. Zeng, M.C. Shannon and S.R. Roberts (2002). Rice is more sensitive on to salinity than previously thought. *California Agriculture*, Volume 56, Number 6, pp 189-195.
- Gianello C. and J. M. Bremner (1986) Comparison of chemical methods of assessing potentially available organic nitrogen in soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 11, 215-236.
- Hans Lambers, F.; Stuart Chapin III and L.P. Thijs (2008). *Plant physiological ecology*, Second Edition, Springer, 606 pp.
- hình thiệt hại sản xuất lúa vụ hè thu và thu đông 2015 do hạn hán, xâm nhập mặn và mưa lớn kéo dài gây ngập úng trên địa bàn tỉnh.
- Houba, V. J. G.; J. J. van der Lee, I. Novozamsky and I. Walinga (1988). *Soil and plant analysis. Part 5: Soil analysis procedures*. Wageningen Agricultural University, The Netherlands.
- Hussain, F.; B. Ahmed and I. Ilahi (2010). Allelopathic potential of *Cenchrus ciliaris* L. and *Bothriochloa pertusa* (L) A. Camus. *Pak. J. Bot.*, 42(5), 3587-3604.
- Kader, M.A. and S. Lindberg (2008). Cellular traits for sodium tolerance in rice (*Oryza sativa* L.). *Plant Biotechnol.*, 25: 247-255.
- Kaya C., H. Kirnak and D. Higgs (2001). Enhancement of growth and normal growth parameters by foliar application of potassium and phosphorus in tomato cultivars grown at high (NaCl) salinity. *Journal of Plant Nutrition* 24: 357–367.
- Khattak, S. G., A. Izhar, M. J. Khattak and Naveedullah (2007). Effect of various levels of gypsum application on the reclamation of salt

- affected soil. Pakistan. J. Sarhad Agric. 23 (3): 675-680.
- Lamond, R.E. and D.A. Whitney (1992). Management of saline and sodic soils. MF-1022. Cooperative Extension Service, Kansas State University, Manhattan, Kansas. 4 p. Lâm Văn Tân, Nguyễn Minh Chánh, Nguyễn Hồng Giang, Châu Minh Khôi, Võ Thị Gương. 2014. Hiệu quả của phân hữu cơ và vôi trong cải thiện một số đặc tính đất và sinh trưởng của lúa trên đất nhiễm mặn. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, ISSN 1859-2333. Số chuyên đề, Tập 3. 23-30.
- Landon (1991). Booker tropical soil manual: A handbook for soil survey and agricultural land evaluation in the topics and subtropics, Longman, London, UK.
- Mahmood Imdad Ali, Arshad Ali, Muhammad Aslam, Armghan Shahzad, Tariq Sultan and Fayyaz Hussain (2013). Phosphorus Availability in Different Salt-affected Soils as Influenced by Crop Residue Incorporation. International Journal of Agriculture & Biology ISSN Print: 1560-8530; ISSN Online: 1814-9596.
- Makoi, J. H. and H. Verplancke (2010). Effect of Gypsum Placement on the Physical Chemical Properties of a Saline Sandy Loam Soil. Australian Journal of Crop Science, 4, pp. 556 - 563.
- Mass, E.V., (1986). Salt tolerance of plants. Appl. Agric. Res., 1:12-26.
- Muhammad Afzal and M. Yesin (2002), Effect of soil to water ratio on chemical properties of saline-sodic and normal soil, Pakistan J. Agr. Res. Vol. 17 No 4, 2002.
- Munns, R. (2002). Comparative physiology of salt and water stress. Plant, Cell and Environment, 25(2), 239-250.
- Nambiar, K. K. M. and A. B. Ghosh (1984). Highlights of research of long term fertilizers experiments in India. LTFE, Research Bulletin No. 1, New Dehhi, IARI. p. 97.
- Nguyễn Ngọc Đệ (2009). Giáo trình cây lúa. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh, 244 trang.
- Page, A.L., R.H. Miller, and D.R. Keeney (1982). Methods of Soil Analysis part II. Am. Soc. Agron. Inc., Madison, Wis., USA.
- Pankhurst, C.K.; S. Yu, B.G. Hawke and B.D. Harch (2001). Capacity of fatty acid profiles and substrate utilization patterns to describe differences in soil microbial communities associated with increased salinity or alkalinity at three locations in south Australia. Biol. Fertil. Soils 33:204-217.
- Qadir, M. and J. D. Oster (2004). Crop and irrigation management strategies for saline-sodic soils and waters aimed at environmentally sustainable agriculture. Science of the Total Environment 323: 1-19.
- Ragab, M. (1993). Distribution pattern of soil microbial population in salt-affected soils. In proceedings of the 1st ASWAS conf. for "Delibrations about high salinity tolerant plants and ecosystems", 8-15 Dec., Al-Ain, United Arab Emirates, 1990, pp. 467-472.
- Renaud, F.; Le Thi Thu Huong, C. Lindener., Vo Thi Guong and S.Zita (2014). Resilience and shifts in agro-ecosystem facing increasing sea-level rise and salinity intrusion in the Mekong delta. J. Climatic change. DOI 10.1007/s10584-014-1113-4.
- Rhoades, J.D. and S. Miyamoto. (1990). Testing Soils for Salinity and Sodicity. P. 299- 336. In R. L. Westerman et al. (3rd Ed.). Soil Testing and Plant Analysis. SSSA Book Series 3. SSSA and ASA, Madison, WI.
- Sathish, P.; O.L. Gamborg and M.W. Nabors (1997). Establishment of stable NaCl-resistant rice plant lines from anther culture: distribution pattern of K⁺/Na⁺ in callus and plant cells. Theor. Appl. Genet., 95: 1203-1209.
- Shah Alam, S. M. Imamul Huq, S. Kawai, and A. Islam. (2002). Effects of applying calcium salts to coastal saline soils on growth and mineral nutrition of rice varieties. J. Plant Nutr. 25: 561- 576.
- Shah. S. H., S. Tobita and Z. A. Swati. (2003). Supplemental calcium enhances growth and elicits proline accumulation in NaCl-stressed rice roots. Journal of Biological Sciences 3 (10): 903-914.
- Shannon, M.C., J.D. Rhoades, J.H. Draper, J.H. Scardacl and S.C.Spyres (1998). Assessment of salt tolerance in rice cultivars in response to salinity problems in California. Crop Sci., 38: 394-398.
- Singh, N. T.; G. S. Hira and M. S. Bajwa (1981). Use of amendments in reclamation of alkali soils in India. Agrochemia es Talajtan (suppl.). 30: 158-177.
- Tejada M., C. Garcia, J.L. Gonzalez and M.T. Hernandez (2006). Use of organic amendment as a strategy for saline soil remediation: influence on the physical, chemical and biological properties of soil. Soil Biology and Biochemistry 38: 1413-1421.
- Võ Thị Gương và Lê Quang Trí (2005). Thực trạng phát triển nuôi tôm ở ĐBSCL: Chất lượng môi trường và kinh tế xã hội. Tạp chí Khoa học Đất Việt Nam. ISSN 0868-3743. số 21. P. 162-165.
- Võ Thị Gương, Dương Minh Viễn, Nguyễn Mỹ Hoa, Nguyễn Minh Đông, Nguyễn Thị Minh Phương, Trần Bá Linh, Phạm Nguyễn Minh Trung và Phan Thanh Bằng (2008). Báo cáo tổng kết Nghiên cứu sản xuất phân hữu cơ vi sinh, Chương trình nghiên cứu kết hợp giữa Trường Đại học Cần Thơ và Công ty Phân bón Hóa chất Cần Thơ.
- White, P.J., (1999). The molecular mechanism of sodium influx to root cells. Trends Plant Sci., 4: 277-278.
- Yokoi, S.; R. A. Bressan, and P. M. Hasegawa (2002) 'Salt Stress tolerance of Plants.' JIRCAS Working Report, 25-33.